

# PENGARUH PENAMBAHAN ABU SISA PEMBAKARAN BATUBARA PADA MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annum* L)

Yustina Hapida

E-mail: [vida\\_elok@yahoo.com](mailto:vida_elok@yahoo.com)

## ABSTRACT

The research on the effect of adding coal ash residue in the planting media on the growth of Chili (*Capsicum annum* L) has been carried out, the purpose of the study was to determine the effect of coal ash mixed in the planting medium on the growth of Chili (*C. annum* L). This method was used a completely randomized experiment (RAL) consists of 7 treatments with 3 replications. P0 (as a control), P1 (medium mixed with 2 grams of residual ash coal) P2 (4gr), P3 (6gr), P4 (8 g), P5 (10gr), P6 (12gr). Parameters measured were plant height, root length, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight, and time when of the first fruit is appear. The data were analyzed with F test, the results showed that the coal ash residue has no real effect on the growth parameters, the maximum effect of the dose is at P5 10gr. The data obtained on plant height parameter are 39.67 cm, 25 cm root length, shoot fresh weight 16.40 grams, 3.38 gram wet weight root, shoot dry weight of 3.1 grams, 1,1gr root dry weight and the appearance of the first fruit is on P4 that 52.3 days.

**Pasword:** coal ash residue, Chili.

## PENDAHULUAN

Cabai merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang tidak dapat ditinggalkan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Umumnya cabai digunakan untuk keperluan bumbu dapur atau rempah-rempah penambah cita rasa makanan (masakan) (Rukmana, 1996:11).

Disamping kontribusi aromanya, cabai adalah sumber gizi dan digunakan sebagai obat (Rubatzky and Vincent, 1994:24). Pada cabai terkandung protein, lemak, karbohidrat, kalsium (Ca, fosfor, besi (Fe), vitamin, dan senyawa alkaloid seperti zat capsaicin, flavonoid dan minyak esensial. Rasa pedas cabai ditimbulkan oleh zat capsaicin yang terdapat pada biji dan plasenta (Prajnanta, 1995:12).

Berdasarkan wijayakusuma (1998:5) sebagai obat, daun cabai berkhasiat mengatasi sakit perut dan bisul. Akarnya berkhasiat mengatasi sakit kepala, kaki dan tangan lemas, urat saraf lemah. Buahnya dapat mengatasi sakit gigi, reumatik, bau badan, mual, demam, wasir, dan melancarkan pencernaan. Bijinya berkhasiat mengatasi disentri, dan diare. Rubatzky and Vincent (1999:25) menyebutkan bahwa capsaicin merupakan senyawa yang dikenal untuk mengurangi gejala psoriasis, arthritis, dan alergi kontak.

Pada dasarnya di Indonesia dibudidayakan 2 spesies cabai yaitu cabai merah (*C. annum*) dan cabai rawit (*C. frutescens*) yang masing-masing mempunyai banyak varietas (Semangun, 2000:47). Kedua spesies ini dikenal banyak memiliki varietas hasil silang, sehingga dihasilkan beragam variasi ukuran, bentuk, dan rasa pedas pada buah (Edmond *et al*, 1975 dalam Marlina, 2000). Dalam usaha budidaya tanaman cabai, upaya peningkatan hasil produksi adalah dengan pemberian pupuk.

Umumnya para petani menggunakan pupuk anorganik karena kandungan unsur hara relatif tinggi. Namun saat ini, harga pupuk anorganik semakin tinggi yang mengakibatkan harga cabai dipasaran dan penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dapat berdampak negatif terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Untuk itu perlu dicari pupuk alternatif yang murah harganya, mengandung banyak bahan organik dan tidak berdampak pada penurunan kualitas tanah.

Abu sisa pembakaran batubara merupakan limbah pembakaran batubara oleh PLTU dan industri lain yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utamanya. Limbah ini berbentuk partikel debu yang ringan, mudah melayang, dan dihasilkan dalam jumlah yang banyak, namun pemanfaatannya belum optimal sehingga sebagian

besar masih ditampung di lokasi pembuangan dan saat turun hujan ia akan ikut terbawa bersama aliran air, kemudian masuk ke dalam sungai sebagai polutan yang dapat menimbulkan pencemaran. Akhirnya air sungai akan menjadi keruh, berubah rasa dan dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan pendangkalan sungai.

Telah diketahui bahwa abu sisa pembakaran batu bara mengandung unsur-unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Berdasarkan Yakup dan Lani (1997) abu sisa pembakaran batubara yang diberikan pada tanaman padi dapat membantu memperbaiki sifat kimia tanah, berpengaruh menaikkan pH tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen, fosfor, dan silikon dalam tanah, serta mempercepat tanaman berbunga. Semakin tinggi takaran yang diberikan maka akan cenderung mempercepat panen.

Hasil penelitian tersebut di atas merupakan merupakan indikasi bahwa abu sisa pembakaran batubara mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun demikian apakah abu sisa pembakaran batubara juga mampu meningkatkan pertumbuhan cabai, karena itu perlu dilakukan penelitian.

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan. Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya, yaitu antara takaran 10 gr dan 20 gr yang diujikan, pada takaran 10 gr abu sisa pembakaran batubara mempengaruhi pertumbuhan, untuk melihat pengaruh tersebut, maka diujikan dengan takaran yang berbeda dengan perlakuan sebagai berikut:

P0 : Media tanam tanpa abu (kontrol)

P1 : Media tanam dicampur 2gr abu

P2 : Media tanam dicampur 4gr abu

P3 : Media tanam dicampur 6gr abu

P4 : Media tanam dicampur 8gr abu

P5 : Media tanam dicampur 10gr abu

P6 : Media tanam dicampur 12gr abu

Media tanam berupa 3000gr tanah dan 2000 gr pupuk kandang dalam berat kering.

### 1.2. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di dua tempat. Untuk penanaman dan pengamatan dilakukan di rumah peneliti Palembang, sedangkan untuk

pengeringan dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP Unsri. Penelitian dilakukan dibulan juli-oktober 2005.

### 1.3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polibag 5kg, ember, meteran, timbangan, soil tester, oven, termometer, pisau. Bahan yang digunakan adalah tanah kebun, pupuk kandang, benih cabai, air dan abu sisa pembakaran batubara

### 1.4. Cara Kerja

1.4.1. Media tanam yang digunakan adalah tanah kebun yang diambil dari lapisan tanah atas sampai kedalaman 20 cm. Tanah tersebut dikeringanginkan selama 7 hari, selain itu sesekali dibalik dan jika ada bongahan tanah dihancurkan sampai menjadi butir-butir yang lebih kecil. Selanjutnya dicampur dengan pupuk kandang. Kemudian dicampur lagi dengan abu sisa pembakaran batubara lalu kembali dibiarkan selama 7 hari. Dilakukan pengukuran pH media sebelum penanaman. Selanjutnya media dimasukkan ke dalam polibag yang telah disediakan.

#### 1.4.2. Penanaman

Setelah bibit berumur 1 bulan, dipindahkan ke dalam media tanam di polibag. Setiap polibag diisi 1 bibit, lalu dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap pertumbuhan cabai sampai akhir penelitian.

#### 1.4.3. Pemeliharaan

Dalam pemeliharaan dilakukan dengan air sebanyak 100ml, 2 kali sehari yaitu pagi dan sore, penyirangan dilakukan jika ada gulma dan pengendalian hama penyakit.

#### 1.4.4. Pengamatan

Data diperoleh dengan melakukan pengamatan yang menggunakan parameter sebagai berikut:

##### a. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai bagian apikal tanaman, pengamatan dilakukan pada akhir penelitian

##### b. Panjang akar (cm)

Diukur dari pangkal akar sampai ujung akar pada akar terpanjang, pengamatan dilakukan pada akhir penelitian

- c. Berat basah taruk (gr)  
Dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian atas tanaman, pengamatan dilakukan pada akhir penelitian
- d. Berat basah akar (gr)  
Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang semua bagian akar pada akhir penelitian.
- e. Berat kering taruk (gr)  
Pengukuran dilakukan dengan cara mengeringkan taruk selama 2x24 jam pada suhu 75-80°C di dalam oven kemudian ditimbang sampai beratnya konstan
- f. Berat kering akar (gr)

Pengukuran dilakukan dengan cara mengeringkan selama 2x24 jam pada suhu 75-80°C di dalam oven kemudian ditimbang sampai beratnya konstan.

- g. Waktu munculnya buah pertama dan buah pertama masak.

### 1.5. Analisa Data

Data yang diperoleh di uji dengan uji F, bila F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf uji 5% berarti ada perbedaan nyata antar perlakuan, sedangkan perbedaan sangat nyata apabila F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf uji 1%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabell. Rata-rata hasil pengamatan beberapa parameter pertumbuhan cabai merah pada media tanam dengan penambahan abu sisa pembakaran batubara

Para meter Yang amati	Perlakuan							F hit	F tabel	
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6		5%	1%
TT (cm)	36,00	21,00	25,00	26,00	34,00	39,00	30,00	1,66		
PA (cm)	20,67	19,16	21,50	21,50	21,53	25,53	25,00	0,74		
BBT (gr)	13,17	6,40	6,67	8,46	14,40	16,40	16,50	1,22	2,85	4,46
BBA (gr)	2,93	1,73	1,50	2,23	2,96	3,83	2,93	0,82		
BKT (gr)	2,60	1,30	1,50	1,50	2,80	3,60	2,10	1,38		
BKA (gr)	0,70	0,40	0,40	0,40	0,9	1,10	0,80	1,06		
WMBP (hari)	66,00	0,00	63,00	75,00	52,30	74,30	60,70			
pH	6,8	6,8	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8			

Keterangan: TT (tinggi tanaman), PA (Panjang akar), BBT (berat basah taruk), BBA (berat basah akar), BKT (berat kering taruk), BKA (berat kering akar), WMBP (waktu munculnya buah pertama).

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman, panjang akar, berat basah taruk, berat basah akar dan waktu munculnya buah pertama cabai merah yang tumbuh pada media tanam dengan penambahan abu sisa pembakaran batubara dapat dilihat pada tabel 1 diatas.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis uji F didapatkan bahwa abu sisa pembakaran batu bara memberikan pengaruh tidak nyata terhadap parameter pertumbuhan. Hal ini diduga pada abu sisa pembakaran batubara terdapat unsur-unsur esensial seperti Fe, Mg, K, dan Ca dan terdapat pula unsur-unsur non esensial seperti Si, Al, dan Na.

Meskipun Fe merupakan unsur esensial namun jumlah Fe (besi) di dalam abu sisa pembakaran batubara cukup banyak sehingga mempengaruhi metabolisme dalam pertumbuhan. Diduga kisaran toleransi untuk pertumbuhan cabai merah bila diberikan abu sisa pembakaran batubara berada antara 2 gr sampai dengan 12gr, karena hasil dari pengukuran pH masing-masing perlakuan pada media didapat pH P1 sampai P5 berkisar antara 6,6 sampai 6,8. Hal ini sesuai dengan Ashari (1995,293), tanaman cabai dapat tumbuh pada pH tanah berkisar antara 5,5-6,8.

Menurut Lakitan (1993:61) jika jaringan tumbuhan mengandung unsur-unsur hara tertentu dengan konsentrasi yang dibutuhkan untuk

pertumbuhan maksimum, maka pada kondisi ini dikatakan tumbuhan dalam kondisi mewah (Luxury consumption), namun pada konsentrasi yang terlalu tinggi, unsur hara esensial dapat menyebabkan keracunan bagi tumbuhan. Semua unsur kimiawi dalam tumbuhan berasal dari tanah, air, dan atmosfer. Lebih dari 75% dari bahan padat (tanah) mengandung (Silika) Si, oksigen, dan Aluminium. Silikon esensial untuk spesies tertentu (Gardner dkk, 1991:132). Berdasarkan Yakup dan Lani (1997), silika dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Silikon menimbun fosfor dalam konsentrasi tinggi, sehingga memungkinkan gejala defisiensi silikon tergantikan oleh gejala keracunan fosfat. Tumbuhan yang mengalami defisiensi fosfor menjadi kerdil dan berwarna hijau tua, Silikon yang tertimbun di sel epidermis diangkut melalui xilem menuju tajuk, fosfat diubah menjadi ATP (Salisbury dan Ross, 1992:143). Hal ini diduga terjadi pada P1, P2, P3 yang berdasarkan hasil penelitian memiliki tinggi tanaman hanya mencapai 21,0 cm, 25 cm, dan 26 cm. Panjang akar pada P1 juga lebih rendah dari P0 yaitu 19,0 cm. Fosfor sering menjadi unsur pembatas dalam tanah, fosfor diserap sebagai anion fosfat valensi satu ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) dan diserap lambat dalam bentuk anion valensi dua ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). pH tanah mengendalikan penimbunan jumlah kedua bentuk ini.  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  tersedia pada pH dibawah 7 (Salisbury dan Ross, 1991:143).

Selain unsur silikon, unsur Aluminium dalam abu sisa pembakaran dibandingkan dengan unsur lain terdapat dalam jumlah yang tinggi mencapai 10%-33%. Foy, *et al* (1978) mengemukakan pendapat bahwa Aluminium dapat mengikat fosfat pada permukaan akar dan mengurangi respirasi akar (Fitter dan Hay, 1998:246). Aluminium dan besi akan terlarut dengan baik dalam kondisi tanah asam, yang mengakibatkan keracunan bagi tumbuhan. Kombinasi fosfor dan besi serta aluminium membentuk ikatan yang tidak larut dan sulit untuk bisa dimanfaatkan tumbuhan (Syafei, 1994:183). Kerusakan plasmalema, batas yang selektif dapat terjadi, kalsium sebagai suatu hara tanaman, terlibat dalam mempertahankan fungsi membran, dan satu pengaruh toksisitas aluminium adalah pengurangan pengambilan ion Ca (Fitter dan Hay, 1998, 248). Akibat dari kekurangan Ca maka daerah meristematik di akar, batang dan daun menjadi mengerut sehingga mempengaruhi pertumbuhan vegetative (Salisbury dan Ross, 1991: 146). Unsur ketiga yang juga jumlahnya lebih

banyak dari unsure lain pada abu sisa pembakaran batu bara ini adalah besi (Fe). Besi (Fe) adalah unsure mikro esensial yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah 0,01 % (Lakitan, 1993:60). Pengambilan Fe terutama dalam bentuk  $\text{Fe}^{2+}$ . Pengambilan Fe dipengaruhi dan oleh kompetisi dengan kation-kation yang lain. Pengudaran (aerasi) yang baik, pH tinggi dan ion Ca, fosfat dan nitrat menghalangi dalam pengambilan Fe. Besi merupakan penyusun enzim pada transpor elektron, fotosintesis dan respirasi (Gardner dkk, 1991:160). Di tanah asam, aluminium larut lebih banyak dan menghambat penyerapan besi (Salisbury dan Ross, 1992:146). Diduga penambahan abu sisa pembakaran batubara pada tanaman cabai dapat menyebabkan tanah bersifat asam, penyerapan besi menjadi lambat sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan.

Unsur selanjutnya di dalam abu sisa pembakaran batu bara yang diduga berpengaruh dalam pertumbuhan adalah Na (natrium). Na dibutuhkan sebagai unsure mikro oleh spesies tertentu yang memiliki jalur fotosintesis C-4. Na tampaknya menggantikan banyak atau sebagian besar kebutuhan akan K, karena peranannya dalam keseimbangan ion (Gardner dkk, 1991: 133). Natrium dibutuhkan untuk bekerjanya perangkat C-4. Menjadi karbohidrat. Namun tumbuhan yang menerima perlakuan natrium tidak terlalu tanggap terhadap perlakuan  $\text{CO}_2$  tinggi, ini menunjukkan bahwa tumbuhan dalam keadaan mengalami defisiensi natrium, dan pengangkutan  $\text{CO}_2$  ke sel seludang pembuluh menurun, sehingga membatasi laju fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1991:132). Dalam metabolisme C-4 penyerapan  $\text{CO}_2$  dibangun dengan perlekatan P-enolpiruvat karboksilase yang dikonversikan menjadi asam 4 karbon. Hal ini member kemungkinan fotosintesis berjalan dengan stomata membuka setengahnya maka transpirasi berkurang (Syafei, 1994: 206). Di dalam tanah garam natrium mempunyai pengaruh racun langsung terhadap akar-akar, jika kadar garam di luar lebih tinggi berpengaruh kurang baik terhadap pengambilan air (Fisher dan Goldsworth, 1996: 132).

Abu sisa pembakaran batubara juga memiliki kandungan unsure makro esensial seperti Mg, K, dan Ca. Mg (magnesium) merupakan unsure penyusun klorofil. Magnesium bergabung dengan ATP sehingga dapat berfungsi dalam berbagai reaksi dan sebagai aktivator enzim dalam proses fotosintesis dan respirasi serta pembentukan DNA

dan RNA (Lakitan, 1993:63). Sifat kimia Mg sukar larut dalam air dan bereaksi asam, oleh karena itu penambahan Mg dapat menyebabkan turunnya pH tanah atau tanah menjadi asam (Marsono dan Sigit, 2000).

Selain Mg unsur esensial lainnya adalah K (kalium). Hampir seluruh K diserap selama pertumbuhan vegetatif, sedikit yang ditransfer ke buah dan biji. Kalium juga membantu memelihara potensial osmotik dan pengambilan air (Gardner dkk, 1991: 155). Pengaruh kalium yaitu mengurangi pengambilan kalsium dan magnesium (Marsono dan Sigit, 2002). Penambahan abu sisa pembakaran batu bara di duga dapat menyebabkan defisiensi Mg. Pada pH > 6,5, pengambilan K dipengaruhi ion Ca<sup>2+</sup> (Fitter dan Hay, 1998:244).

Unsur makro esensial yang terakhir ditemukan dalam abu sisa pembakaran batubara adalah Ca (Kalsium). Kalsium diserap sebagai kation bivalen Ca<sup>2+</sup>, Ca merupakan unsure yang paling tidak bergerak. Pengambilan dan transfer terjadi secara pasif. Kalsium esensial untuk pembelahan dan pemanjangan sel. Status Ca dalam tanaman berhubungan erat dengan pH. Ca mempengaruhi ketersediaan nutrisi yang lain dan pertumbuhan mikroflora tanah terutama bakteri. Kalsium tidak terdistribusikan kembali ke jaringan lebih muda, oleh karena daun muda dan buah yang sedang berkembang secara penuh tergantung pada pengiriman Ca dalam aliran transpirasi dari Xilem (Gardner dkk, 1991:158)

Berdasarkan hasil penelitian rata-rata berat basah taruk menunjukkan bahwa penambahan abu sisa pembakaran batubara berbanding lurus dengan pertambahan berat basah taruk. Hal ini diduga karena penambahan abu sisa pembakaran batubara menyebabkan bertambahnya jumlah mineral pada media tanam. Hal ini sesuai dengan Sabart dalam Tompkins dan Bird (2004:292) menyatakan bahwa tanaman yang menyerap garam mineral secara berlebihan akan mengalami kelembaman yang berlebihan pula. Meskipun tampaknya lebat, namun tidak lagi dalam keseimbangan sehingga tidak tahan terhadap penyakit.

Dengan demikian, penambahan abu sisa pembakaran batubara ke dalam media tanam akan menyebabkan berubahnya pH media karena pengaruh unsur-unsur di dalamnya. Interaksi antar unsur-unsur tersebut diduga menyebabkan timbulnya gejala kekurangan dan kelebihan unsur esensial untuk pertumbuhan. Meskipun

penambahan abu sisa pembakaran batubara menghasilkan pH yang optimum untuk pertumbuhan, gejala yang ditimbulkan akan menyebabkan pertumbuhan dan penimbunan hasil fotosintesis, yang mengakibatkan penurunan pada fase generatif yang ditunjukkan pada waktu munculnya buah pertama seperti pada P1 yang tidak menghasilkan buah, terjadi penurunan berat basah dan kering pada taruk dan akar, hal yang sama juga terjadi pada P2 dan P3. Menurut Mascher (1986) dalam Listiawaty (2002) suatu tanah apabila kandungan unsur haranya cukup, maka hasil fotosintesis akan didistribusikan ke akar dan taruk, sehingga dapat meningkatkan berat basah dan berat kering akar dan taruk.

## KESIMPULAN

Perlakuan abu sisa pembakaran batubara pada berbagai takaran memberikan pengaruh tidak nyata terhadap parameter pertumbuhan cabai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashari, E. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- [2] Fisher, N.M, dan Goldsworthy, P.R. 1996. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik* (Penterjemah Toari). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [3] Fitter, A.H dan Hay. R.KM. 1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. (Penerjemah Andini. S. Purbayanti.E.D) Gadjah Mada University Press.
- [4] Gardner, F.B. Pearce dan R.L. Michell.1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia. Jakarta
- [5] Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Fakultas Pertanian Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [6] Listiawati, A. 2002. "Pengaruh Takaran Lumpur Sawit dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Besar (*Capsicum annum* L) dan Sumbangannya pada Pelajaran Biologi di SMA".Skripsi. FKIP Unsri. Inderalaya.
- [7] Marsono dan Sigit,P. 2000. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [8] Marlina,L. 2000. "Pengaruh Jarak Pemupukan terhadap Pertumbuhan Cabai Besar (*Capsicum annum* L) dan

- Sumbangannya pada Pelajaran Biologi di SMU” Skripsi. FKIP Unsri. Inderalaya.
- [9] Prajnanta, F. 2001. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya. Jakarta
- [10] Rubatzky and Vincent E (Penerjemah Herison).1993. *Dunia Sayuran: Prinsip, Produksi dan Gizi*: Jilid 3. ITB Bandung.
- [11] Rukmana, R.1996. *Usaha Tani Cabai Hibrida System Mulsa Plastik*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [12] Salisbury. F.B dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. (Penerjemah Diah, R.L Lukman, Sumaryono) Jilid 1 dan 3. Penerbit ITB. Bandung
- [13] Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Holtikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- [14] Syafei, E.S. 1994. *Pengantar Ekologi Tumbuhan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. ITB. Bandung
- [15] Tompkinn, P and Bird. 2004. *Keajaiban Tumbuhan dan Manusia pun Terkesiap oleh Rahasia Tuhan*. (Penerjemah Shohifullah). Kutub. Yogyakarta
- [16] Wijayakusuma, H. 1998. *Hidup Sehat Cara Hembing Buku 14*. Elex Media Komputindo. Jakarta
- [17] Yakup, I dan Lani, S. 1998. Pemanfaatan Abu Sisa Pembakara Batubara sebagai Pupuk Silika untuk Tanaman Padi (*Oryza sativa* L), *Penelitian Dosen Muda*. Universitas Sriwijaya.